

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :F02G 5/02, F02B 47/10, F01K 25/10,  
23/06

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/25019

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

11. Juni 1998 (11.06.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT97/00262

(22) Internationales Anmeldedatum: 2. Dezember 1997 (02.12.97)

(30) Prioritätsdaten:

A 2110/96

4. Dezember 1996 (04.12.96)

AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):  
AUSTRIAN ENERGY & ENVIRONMENT  
SGP/WAAGNER-BIRO GMBH [AT/AT]; Siemensstrasse  
89, A-1211 Wien (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRÄNDLE, Bernd [AT/AT];  
Pfanghofweg 4c, A-8045 Graz (AT). FERCHER, Erich  
[AT/AT]; Am Waldberg, A-2203 Grossebersdorf (AT).(74) Anwalt: HARRER, Dagmar; Serravagasse 10, A-1141 Wien  
(AT).(81) Bestimmungsstaaten: AM, AU, BG, BY, CA, CH, CN, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KG, KP, KR, KZ,  
LT, LU, LV, MD, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SE, SG,  
SI, SK, TJ, UA, US, UZ, europäisches Patent (AT, BE, CH,  
DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,  
SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

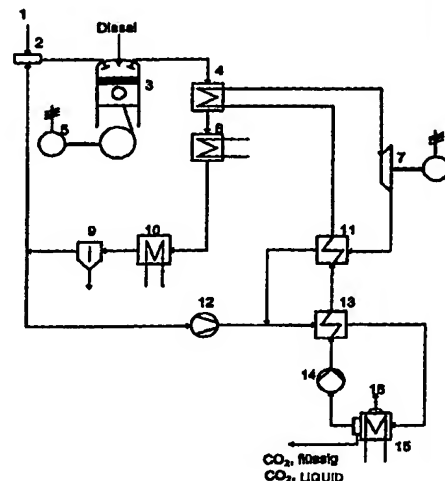
(54) Title: METHOD FOR GENERATING ENERGY BY MEANS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES AND WASTE HEAT  
BOILERS LOCATED DOWNSTREAM(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ENERGIEERZEUGUNG MIT HILFE VON VERBRENNUNGSMOTOREN UND  
NACHGESCHALTETEM ABHITZEKESSEL

## (57) Abstract

The invention relates to a method for generating energy from gaseous or liquid fuel by means of internal combustion engines, driving at least one current generator, and waste heat boilers located downstream. To generate energy while emitting low levels of pollutants, notably nitrogen oxide, the combustion engine is run with a mixture of a partial flow of its own dried exhaust gases and technical oxygen as combustion air, the heat of the engine exhaust gases is transmitted in a waste heat boiler to a consumer, and the partial flow of the engine exhaust gases not intended for the combustion engine is transferred to a liquefaction unit. In particular, the heat of the engine exhaust gases is transmitted in a waste heat boiler to the circulating agent in a CO<sub>2</sub> cycle, which is supplemented by the remaining part flow of dried engine exhaust gas from the engine cycle. According to the invention, energy, in particular electrical energy, can be generated from fossil fuels in gaseous or liquid form or from artificial combustible gases or liquids, while emitting low levels of pollutants.

## (57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Energieerzeugung aus gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen mit Hilfe von Verbrennungsmotoren, die mindestens einen Stromgenerator antreiben, und nachgeschaltetem Abhitzekeßel vorgestellt. Zur schadstoffarmen, insbesondere stickoxidarmen Energieerzeugung wird der Verbrennungsmotor mit einem Gemisch aus einem Teilstrom seines getrockneten Motorabgases und technischem Sauerstoff als Verbrennungsluft betrieben, die Wärme des Motorabgases in einem Abhitzekeßel an einen Verbraucher übertragen, wobei der nicht für den Verbrennungsmotor bestimmte Teilstrom des Motorabgases einer Verflüssigung zugeführt wird. Insbesondere wird die Wärme des Motorabgases in einem Abhitzekeßel an das Kreislaufmedium eines CO<sub>2</sub>-Kreislaufs übertragen, der durch den verbliebenen Teilstrom des getrockneten Motorabgases aus dem Motorkreislauf ergänzt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, aus fossilen gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen oder aus künstlich hergestellten brennbaren Gasen oder Flüssigkeiten Energie, insbesondere elektrische Energie, zu gewinnen, wobei der Schadstoffausstoß niedrig gehalten wird.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                              |    |                             |    |                             |    |                        |
|----|------------------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------|----|------------------------|
| AL | Albanien                     | ES | Spanien                     | LS | Lesotho                     | SI | Slowenien              |
| AM | Armenien                     | FI | Finnland                    | LT | Litauen                     | SK | Slowakei               |
| AT | Österreich                   | FR | Frankreich                  | LU | Luxemburg                   | SN | Senegal                |
| AU | Australien                   | GA | Gabun                       | LV | Lettland                    | SZ | Swasiland              |
| AZ | Aserbaidschan                | GB | Vereinigtes Königreich      | MC | Monaco                      | TD | Tschad                 |
| BA | Bosnien-Herzegowina          | GE | Georgien                    | MD | Republik Moldau             | TG | Togo                   |
| BB | Barbados                     | GH | Ghana                       | MG | Madagaskar                  | TJ | Tadschikistan          |
| BE | Belgien                      | GN | Guinea                      | MK | Die ehemalige jugoslawische | TM | Turkmenistan           |
| BF | Burkina Faso                 | GR | Griechenland                |    | Republik Mazedonien         | TR | Türkei                 |
| BG | Bulgarien                    | HU | Ungarn                      | ML | Mali                        | TT | Trinidad und Tobago    |
| BJ | Benin                        | IE | Irland                      | MN | Mongolei                    | UA | Ukraine                |
| BR | Brasilien                    | IL | Israel                      | MR | Mauretanien                 | UG | Uganda                 |
| BY | Belarus                      | IS | Island                      | MW | Malawi                      | US | Vereinigte Staaten von |
| CA | Kanada                       | IT | Italien                     | MX | Mexiko                      |    | Amerika                |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan                       | NE | Niger                       | UZ | Usbekistan             |
| CG | Kongo                        | KE | Kenia                       | NL | Niederlande                 | VN | Vietnam                |
| CH | Schweiz                      | KG | Kirgisistan                 | NO | Norwegen                    | YU | Jugoslawien            |
| CI | Côte d'Ivoire                | KP | Demokratische Volksrepublik | NZ | Neuseeland                  | ZW | Zimbabwe               |
| CM | Kamerun                      |    | Korea                       | PL | Polen                       |    |                        |
| CN | China                        | KR | Republik Korea              | PT | Portugal                    |    |                        |
| CU | Kuba                         | KZ | Kasachstan                  | RO | Rumänien                    |    |                        |
| CZ | Tschechische Republik        | LC | St. Lucia                   | RU | Russische Föderation        |    |                        |
| DE | Deutschland                  | LI | Liechtenstein               | SD | Sudan                       |    |                        |
| DK | Dänemark                     | LK | Sri Lanka                   | SE | Schweden                    |    |                        |
| EE | Estland                      | LR | Liberia                     | SG | Singapur                    |    |                        |

### **Verfahren zur Energieerzeugung mit Hilfe von Verbrennungsmotoren und nachgeschaltetem Abhitzeessel**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Energieerzeugung aus gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen mit Hilfe von Verbrennungsmotoren, die mindestens einen Stromgenerator antreiben, und nachgeschaltetem Abhitzeessel.

Die Verwendung von Motoren zum Antrieb von Generatoren und damit zur Stromversorgung gehört dem Stand der Technik an und es ist ebenfalls bekannt, das Abgas aus Verbrennungsanlagen vor ihrer Einleitung in die Atmosphäre einem Abhitzeessel zuzuführen, sodaß neben der im Verbrennungsraum freiwerdenden Energie die Energie des Abgases ebenfalls genutzt werden kann. Das im Abhitzeessel erhitze Medium wird beispielsweise für Dampferzeugung oder für Fernwärmeversorgung verwendet. Bei diesen herkömmlichen Verfahren werden Schadstoffe, insbesondere das Treibhausgas CO<sub>2</sub>, in die Atmosphäre eingeleitet.

Es ist weiters aus der Literatur, wie aus N. Gasparovic, „Fluide und Kreisprozesse für Wärmekraftanlagen mit großen Einheitenleistungen“, Brennstoff-Wärme-Kraft, Band 21, Nr. 7, Seite 347-394, Juli 1969, bekannt, für Kreisprozesse Kreislaufmedien wie Kohlendioxid CO<sub>2</sub> zu verwenden, wobei geeignete Kreisprozesse, wie der Gohstjejn-Prozeß, in theoretischer Weise dargelegt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat es sich zur Aufgabe gestellt, aus fossilen gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen oder aus künstlich hergestellten brennbaren Gasen oder Flüssigkeiten Energie, insbesondere elektrische Energie, zu gewinnen, wobei der Schadstoffausstoß, insbesondere der CO<sub>2</sub>-Ausstoß, niedrig gehalten werden soll.

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß zur schadstoffarmen, insbesondere stickoxidarmen Energieerzeugung der Verbrennungsmotor mit einem Gemisch aus einem Teilstrom seines getrockneten Motorabgases und technischem Sauerstoff als Verbrennungsluft betrieben wird, die Wärme des Motorabgases in einem Abhitzeessel an einen Verbraucher übertragen wird, wobei der nicht für den Verbrennungsmotor bestimmte Teilstrom des Motorabgases einer Verflüssigung zugeführt wird. Da sich das CO<sub>2</sub> bei relativ hohen Temperaturen verflüssigen läßt, können die nicht verflüssigbaren Abgaskomponenten abgezogen werden.

Neu an dieser Erfindung ist, daß durch die Kombination von Motoren mit hohem Wirkungsgrad und Nutzung des Energieinhalts des Motorabgases ein hoher Gesamtwirkungsgrad erzielt wird und daß durch die Verwendung eines Teilstroms des Motorabgases als inerter Bestandteil der Verbrennungsluft der Schadstoffausstoß minimiert werden kann.

Die Erfindung besitzt die Ausführungsmöglichkeit, daß die Wärme des Motorabgases in einem Abhitzekeßel an das Kreislaufmedium eines CO<sub>2</sub>-Kreislaufs übertragen wird, der durch den verbliebenen Teilstrom des getrockneten Motorabgases aus dem Motorkreislauf ergänzt wird. Dadurch wird der CO<sub>2</sub>-Gehalt im Kreislaufmedium des CO<sub>2</sub>-Kreislaufs hoch, was bei der Kondensation des CO<sub>2</sub> vorteilhaft ist.

Im Anspruch 3 ist festgehalten, daß für den CO<sub>2</sub>-Kreislauf und den Motorabgasstrom eine gemeinsame Kondensationsstufe für das CO<sub>2</sub> vorgesehen ist, in welcher das überschüssige CO<sub>2</sub> in flüssiger Form abgezogen und die nicht kondensierbaren Bestandteile ausgeschieden werden. Dadurch gelangt das CO<sub>2</sub> nicht in die Atmosphäre und die nicht kondensierbaren Bestandteile verlassen den Kreislauf.

Ein weiteres Erfindungsmerkmal besagt, daß der an den Verbrennungsmotor abgasseitig angeschlossene Abhitzekeßel mit flüssigem, später rekuperativ erwärmtem und verdampftem CO<sub>2</sub> gespeist wird.

Das Merkmal, daß die im Abhitzekeßel vom Kreislaufmedium des CO<sub>2</sub>-Kreislaufs aufgenommene Energie in unterschiedlichen, insbesondere zwei Temperaturstufen abgearbeitet wird, erlaubt eine bessere Ausnützung der Abwärme, da die einzelnen Turbinen für die jeweilige Temperatur ausgelegt werden können.

Das Verfahren soll anhand von Schaltbildern in vier Figuren beispielhaft beschrieben werden.

Fig. 1 zeigt ein Schaltbild mit Motor- und CO<sub>2</sub>-Kreislauf und Verflüssigung

Fig. 2 zeigt ein Schaltbild mit einem Motor- und zwei Turbinenkreisläufen

Fig. 3 zeigt ein Schaltbild mit einem Motorkreislauf und beliebigem Abgaswärme-Verbraucher

Fig. 4 zeigt ein Schaltbild als Ausführungsvariante zu Fig. 3 mit einem CO<sub>2</sub>-Kreislauf als Abgaswärme-Verbraucher

Im Motorkreislauf wird dem Verbrennungsmotor ein Gemisch von rezirkuliertem gasförmigem Motorabgas und technischem Sauerstoff mit 90 bis 95% O<sub>2</sub> zugeführt und mit dem gasförmigen oder flüssigen Brennstoff zur Verbrennung gebracht. Heutige Gasmotoren erreichen Wirkungsgrade von bis zu 40%, während Dieselmotore bis über 50% Wirkungsgrad erzielen. Beim Dieselmotor gelangen 20% und beim Gasmotor etwa 30% der Brennstoffwärme als Abwärme in den Kühlwasserkreislauf des Motors und können als Fernwärme genutzt werden. Die restlichen 30% der Brennstoffwärme sind im Abgas enthalten. Diese Abgaswärme wird beispielsweise in einem CO<sub>2</sub>-Kreislauf mit vorwiegend CO<sub>2</sub> als Kreislaufmedium genutzt und in technische Arbeit umgewandelt.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Anlage dargestellt, die aus einem Motorkreislauf und einem CO<sub>2</sub>-Kreislauf besteht, die miteinander verbunden sind. Der als Dieselmotor (3) ausgebildete Verbrennungsmotor verfügt über eine Brennstoffwärmeleistung von rund 20 MWth und wird mit einem Sauerstoffverhältnis von 2, was der doppelten stöchiometrischen Sauerstoffmenge für die Verbrennung entspricht, betrieben. Zu Verbrennung soll 95%iger technischer Sauerstoff herangezogen werden. Dadurch wird ein Wirkungsgrad von 50% bei praktisch rußfreiem Abgas erzielt.

Der Dieselmotor (3) saugt von der Mischkammer (2) ein Gasgemisch an, das zu 50 vol% aus CO<sub>2</sub>, 44 vol% O<sub>2</sub> und 6 vol% N<sub>2</sub> besteht. Im Dieselmotor (3) werden 9 kg/s Gasgemisch mit 0,5 kg/s Diesel zur Verbrennung gebracht. Dabei setzt der Dieselmotor (3) technische Arbeit an der Kurbelwelle frei, die einen Stromgenerator (5) treibt. Weiters entsteht 9,5 kg/s Abgas mit einer Temperatur von ca. 580°C. Das Motorabgas überträgt seine Wärme über den Wärmetauscher (4) an das CO<sub>2</sub> des CO<sub>2</sub>-Kreislaufs und wird dabei auf 420°C abgekühlt. Ein weiterer Wärmetauscher (6), z.B. ein Fernwärmetauscher, kühlt das Motorabgas auf 130°C ab. Dadurch, daß das in der Mischkammer (2) gebildete Gasgemisch kaum Stickstoff enthält, werden bei der Verbrennung praktisch keine oder nur sehr geringe Mengen von Stickoxiden freigesetzt, sodaß keine Sekundärmaßnahmen zur Entstickung notwendig sind.

Bei einem Einsatz von schwerölähnlichen Brennstoffen kann das Motorabgas von schwermetallhaltigen Flugstäuben in einem Gewebe- oder Elektrofilter gereinigt werden. Vor diesen Filtern kann Schwefeldioxid z.B. durch Eindüsen von Kalziumhydroxid eingebunden werden. Dabei müssen die Abgastemperaturen den jeweiligen Entschwefelungsverfahren entsprechend eingestellt werden (z.B. mit Hilfe von Abgaskühlern und/oder Wassereindüsung).

Um das im Motorabgas enthaltene Wasser (ca. 0,5 kg/s stammen aus der Verbrennung) abzuscheiden, wird das Motorabgas mit Hilfe eines Gaskühlers (10) auf ca. 20°C abgekühlt und das kondensierte Verbrennungswasser im Abscheider (9) vom Motorabgas getrennt. Da Dieseldraftstoffe Schwefel enthalten und keine 100%ige Entschwefelung erzielt werden kann, muß der Gaskühler (10) aus rostfreiem und säurebeständigem Material gefertigt werden.

Ein Teilstrom des getrockneten Motorabgases, nämlich genau soviel, um das bei der Verbrennung entstandene CO<sub>2</sub> und über den technischen Sauerstoff eingebrachten Stickstoff aus dem Kreislauf abzuführen, wird mittels Kompressor (12) auf 61 bar komprimiert und dem CO<sub>2</sub>-Kreislauf zugeführt. Dabei handelt es sich um einen Motorabgas-Massenstrom von ca. 2 kg/s. Der im Motorkreislauf verbleibende Motorabgas-Massenstrom von 7 kg/s wird mit ca. 2 kg/s technischem (95%igem) Sauerstoff in der Mischkammer (2) vermischt und vom Dieselmotor (3) angesaugt.

Um die Abwärme des Motorabgases zu nutzen, wird ein CO<sub>2</sub>-Kreislauf nachgeschaltet, in dem CO<sub>2</sub> als Arbeitsfluid eingesetzt wird. Zur Verwirklichung der Erfindung soll beispielsweise ein „Gohstjejn-Prozeß“ verwendet werden. Dieser trägt besonders zu einer Verbesserung des Wirkungsgrads bei. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades können auch andere bekannte Kreisläufe, wie in der Literatur ange-

führt, zur Verwendung kommen. Bei kleineren Anlagen können statt Turbinen (7) auch z.B. Drehkolben- oder Schraubenkolbenentspannungsmaschinen eingesetzt werden.

Im CO<sub>2</sub>-Kreislauf werden ca. 9 kg/s flüssiges CO<sub>2</sub> mit einer Speisepumpe (14) auf 210 bar komprimiert und dabei auf ca. 45°C erwärmt. In einem Wärmetauscher (13) überträgt das aus dem Wärmetauscher (11) austretende und mit dem Motorabgas-Teilstrom vermischte CO<sub>2</sub> seine Wärme auf das flüssige, unter Druck stehende CO<sub>2</sub>. Dadurch wird der Pseudophasenwechsel (flüssig-gasförmig) herbeigeführt und das CO<sub>2</sub> auf 140°C erhitzt. In einem weiteren Wärmetauscher (11) überträgt das Turbinenabgas seine Wärme auf das Hochdruck-CO<sub>2</sub> und erhitzt dieses auf ca. 390°C. Ein dritter Wärmetauscher (4) überträgt die Wärme des aus dem Motor austretenden Motorabgases auf das gasförmige Hochdruck-CO<sub>2</sub> und erhitzt dieses auf ca. 550°C.

In einer den heutigen Hochdruck-Dampfturbinenstufen ähnlichen Turbine (7) wird das unter 200 bar Druck stehende und auf 550°C erhitzte CO<sub>2</sub> auf ca. 61 bar entspannt und dabei auf ca. 425°C abgekühlt. Die freiwerdende mechanische Arbeit treibt einen Stromgenerator (8) an. In einem Wärmetauscher (11) überträgt das aus der Turbine austretende CO<sub>2</sub> seine Wärme rekuperativ auf das verdampfte, unter Hochdruck stehende CO<sub>2</sub> und wird dabei auf ca. 165°C abgekühlt. Der aus dem Motorkreislauf stammende, mit Hilfe eines zweistufigen, zwischengekühlten Kompressors (12) auf 61 bar komprimierte und dadurch auf ca. 165°C erwärmte Teilstrom wird vor dem Wärmetauscher (13) mit dem Turbinenabgas (CO<sub>2</sub>) gemischt und so dem CO<sub>2</sub>-Kreislauf zugeführt. Im Wärmetauscher (13) wird die Wärme des CO<sub>2</sub>-Abgasgemisches auf das flüssige Hochdruck-CO<sub>2</sub> übertragen und verdampft. Im Kondensator (15) wird das CO<sub>2</sub>-Abgasgemisch auf 20°C abgekühlt und das CO<sub>2</sub> verflüssigt.

Nicht kondensierbare Gase, die aus dem Teilstrom vom Motorabgas stammen, wie Stickstoff, Sauerstoff, Stickoxide, Schwefeldioxid, unverbrannte Kohlenwasserstoffe usw. werden gasförmig über den Gasauslaß (16) des Kondensators (15) aus dem Kreislauf ausgeschieden und, falls notwendig, gereinigt und zusammen mit dem aus der Sauerstoffgewinnung stammenden Stickstoff in die Atmosphäre geleitet. Durch die Drosselung der nicht kondensierbaren Gase auf Atmosphärendruck werden diese auf unter -50°C abgekühlt und können zusätzlich zur Kondensation des CO<sub>2</sub> herangezogen werden (Nutzung des Joule-Thompson Effekts).

Das bei der Verbrennung im Dieselmotor (3) entstehende CO<sub>2</sub> wird in flüssiger, also verkaufsfähiger Form dem CO<sub>2</sub>-Kreislauf entnommen und kommt entweder einer weiteren Verwendung zu oder wird deponiert. Als CO<sub>2</sub>-Deponien können z.B. erschöpfte Erdöl- oder Erdgaslagerstätten in Betracht gezogen werden.

Bei einem derartigen Prozeß wird eine elektrische Leistung von rund 10 MWe vom Motorprozeß und ca. 1,1 MWe vom Turbinenprozeß gewonnen. Der elektrische Eigenenergieverbrauch zur Produktion von technischem Sauerstoff, für Kompressor (12) und Speisepumpe (14) beläuft sich auf ca. 2,9 MWe. Bei einer Brennstoffwärmeleistung von 20 MWe wird somit ein elektrischer Anlagenwirkungsgrad von

über 40% erzielt. Dieser Wirkungsgrad kann auf über 45% gesteigert werden, indem ein weiterer CO<sub>2</sub>-Kreislauf zugeschaltet wird, wie in Fig. 2 dargestellt ist.

In Fig. 2 ist im Vergleich zu Fig. 1 ein zweiter CO<sub>2</sub>-Kreislauf mit einer zweiten Turbine (7') dargestellt. Der ursprüngliche CO<sub>2</sub>-Kreislauf, der vom Wärmetauscher (13) über Wärmetauscher (11) zu Wärmetauscher (4) und dann zur Turbine (7) führt, wird durch einen zweiten CO<sub>2</sub>-Kreislauf erweitert, der vom Wärmetauscher (13) zum Wärmetauscher (6) und anschließend zur zweiten Turbine mit niedrigerer Eintrittstemperatur (7') führt. Das Abgas beider Turbinen (7, 7') wird wieder dem Abgas, das dem Wärmetauscher (13) zugeführt wird, beigegeben.

In Fig. 3 ist eine kleine Anlage dargestellt, wo, um die Investitionskosten zu senken, auf die Nutzung der Motorabwärme zur Erzeugung elektrischer Energie verzichtet und statt dessen nur die Wärme als Fernwärme genutzt wird. Der elektrische Wirkungsgrad solcher Anlagen liegt bei 35%.

Eine weitere Schaltungsmöglichkeit ist in Fig. 4 dargestellt, die motorseitig der Fig. 3 entspricht. In Fig. 4 ist der CO<sub>2</sub>-Kreislauf vollständig vom Motorkreislauf entkoppelt. Das hat den Vorteil, daß der CO<sub>2</sub>-Prozeß geschlossen ist (100% reines CO<sub>2</sub> als Arbeitsfluid), jedoch muß der aus dem Motorkreislauf abgezweigte Motorabgasstrom auf ca. 80 bar komprimiert werden, um das CO<sub>2</sub> zu verflüssigen. Weiters werden bei dieser Schaltung zwei Kondensatoren (15, 15') benötigt. Der Kondensator (15') im CO<sub>2</sub>-Kreislauf ist ohne Gasauslaß (16) ausgebildet. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades kann, wie oben erwähnt, ebenfalls eine zweite Turbine (7') zugeschaltet werden. Anstelle des CO<sub>2</sub>-Kreislaufes kann auch ein konventioneller Wasser/Dampf-Kreislauf zur Nutzung der Abgaswärme verwendet werden.

Der Vorteil eines gemeinsamen Kondensators (15), wie in den Fig. 1-3 dargestellt, liegt darin, daß der CO<sub>2</sub>-Gehalt des Gasgemisches aus beiden Kreisläufen so hoch ist, daß der Kompressordruck geringer ist als bei getrocknetem Motorabgas, wodurch die Betriebskosten geringer werden und der Wirkungsgrad wegen der niedrigeren Kondensationstemperatur steigt.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Energieerzeugung aus gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen mit Hilfe von Verbrennungsmotoren, die mindestens einen Stromgenerator antreiben, und nachgeschaltetem Abhitzekeßel, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur schadstoffarmen, insbesondere stickoxidarmen Energieerzeugung der Verbrennungsmotor mit einem Gemisch aus einem Teilstrom seines getrockneten Motorabgases und technischem Sauerstoff als Verbrennungsluft betrieben wird, die Wärme des Motorabgases in einem Abhitzekeßel an einen Verbraucher übertragen wird, wobei der nicht für den Verbrennungsmotor bestimmte Teilstrom des Motorabgases einer Verflüssigung zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wärme des Motorabgases in einem Abhitzekeßel an das Kreislaufmedium eines CO<sub>2</sub>-Kreislaufs übertragen wird, der durch den verbliebenen Teilstrom des getrockneten Motorabgases aus dem Motorkreislauf ergänzt wird.
3. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** für den CO<sub>2</sub>-Kreislauf und den Motorabgasstrom eine gemeinsame Kondensationsstufe für das CO<sub>2</sub> vorgesehen ist, in welcher das überschüssige CO<sub>2</sub> in flüssiger Form abgezogen und die nicht kondensierbaren Bestandteile ausgeschieden werden.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der an den Verbrennungsmotor abgasseitig angeschlossene Abhitzekeßel mit flüssigem, später rekuperativ erwärmtem und verdampftem CO<sub>2</sub> gespeist wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die im Abhitzekeßel vom Kreislaufmedium des CO<sub>2</sub>-Kreislaufs aufgenommene Energie in unterschiedlichen, insbesondere zwei Temperaturstufen abgearbeitet wird.



Fig. 1

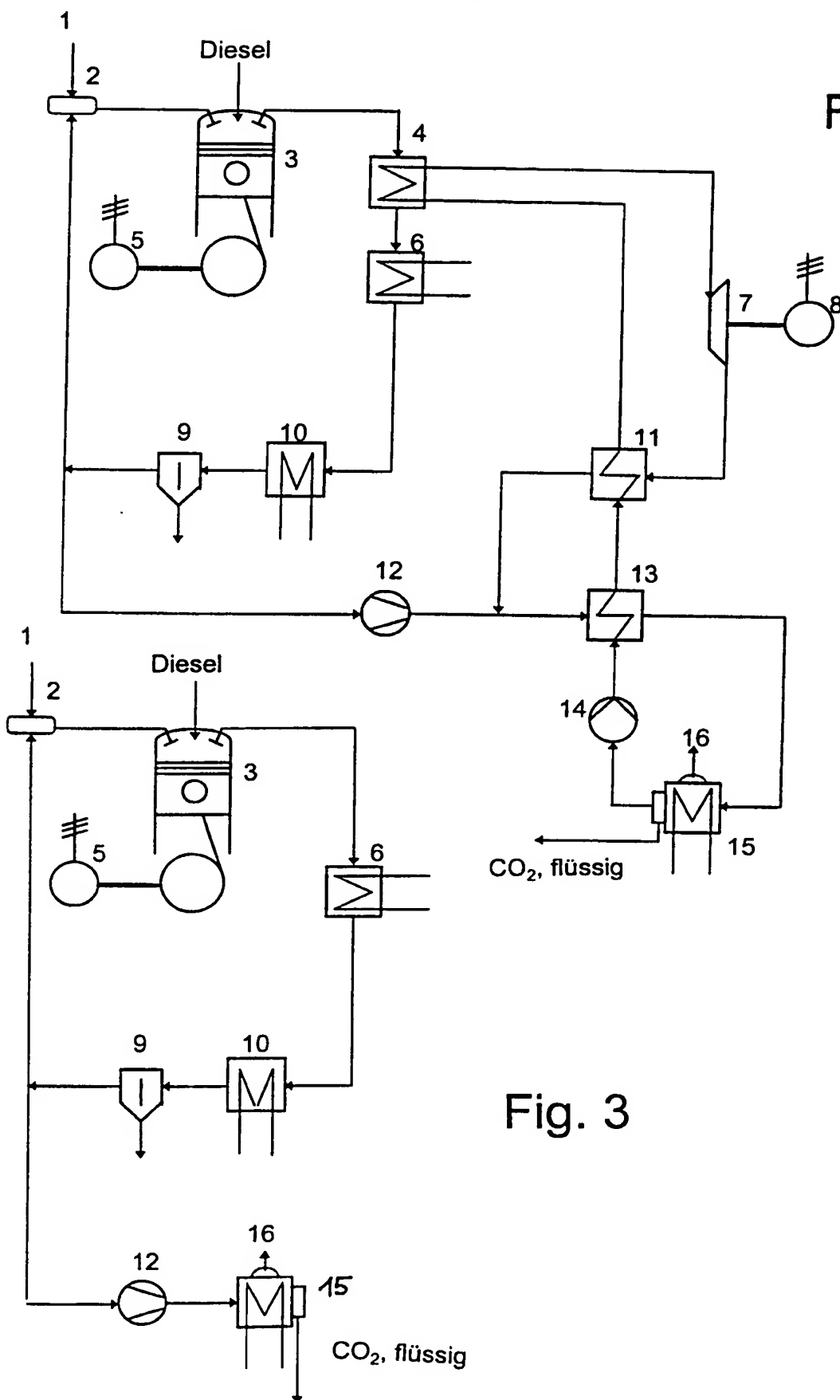


Fig. 2

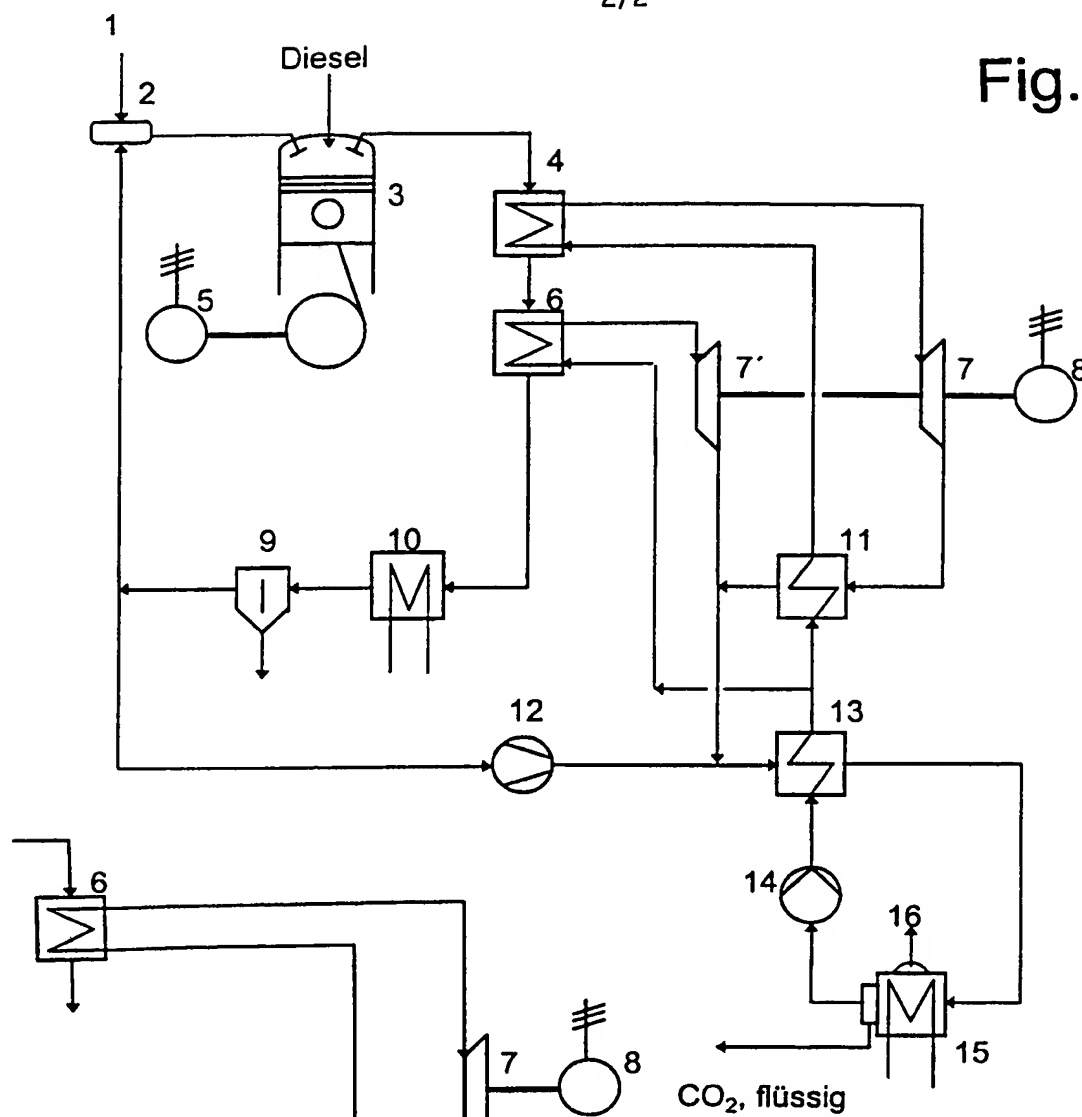
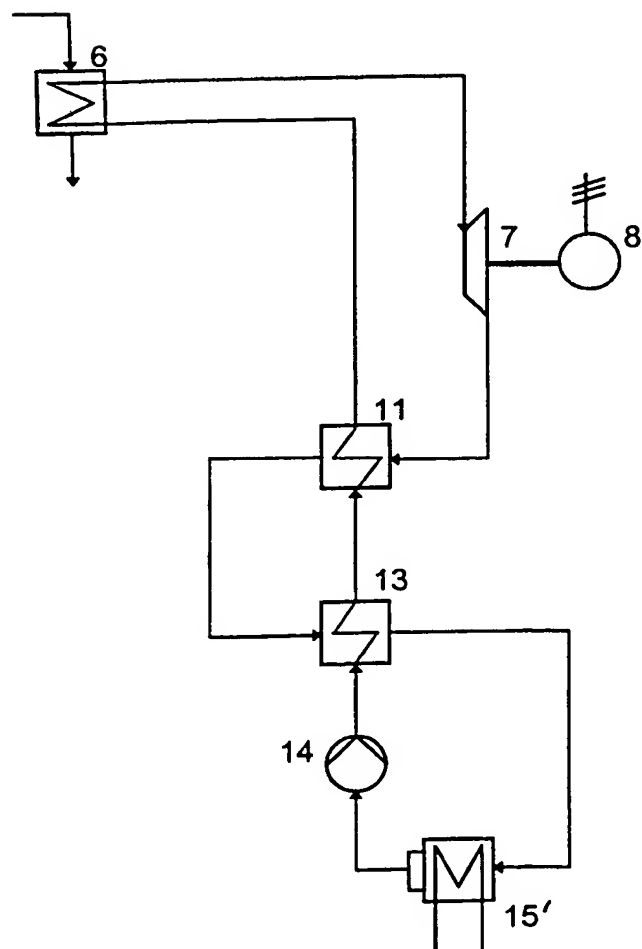


Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 97/00262

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F02G5/02 F02B47/10 F01K25/10 F01K23/06

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F02G F02B F01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A        | N.GASPAROVIC: "FLUIDE UND KREISPROZESSE FÜR WÄRMEDIAFTANLAGEN MIT GROSSEN EINHEITENLEISTUNGEN" BRENNSTOFF-WÄRME-KRAFT, vol. 21, no. 7, 1 - 30 July 1969, DÜSSELDORF, pages 347-358, XP002054020 cited in the application see page 357, paragraph 8 - page 358, paragraph 7; figure 20C<br>--- | 1                     |
| X        | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 321 (M-1279), 14 July 1992 & JP 04 091324 A (CENTRAL RES INST OF ELECTRIC POWER IND), 24 March 1992, see abstract<br>---  | 1                     |
| A        | ---   | 2                     |
|          | -/--  |                       |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 January 1998

Date of mailing of the international search report

13/02/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wassenaar, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No

PCT/AT 97/00262

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| X        | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 017, no. 479 (M-1471), 31 August 1993<br>& JP 05 113105 A (MITSUBISHI HEAVY IND<br>LTD), 7 May 1993,<br>see abstract<br>----       | 1<br><br><br><br>3,4  |
| X        | DE 38 24 813 A (SCHNEIDER ARNO DIPL ING<br>;WESTER HERMANN JOSEF DIPL ING (DE)) 25<br>January 1990<br>see column 5, line 31 - column 7, line 52;<br>figure 1<br>---- | 1<br><br><br>4        |
| A        | DE 44 07 619 C (ENTEC RECYCLING UND<br>INDUSTRIEA) 8 June 1995<br>see abstract; figure 1<br>----   | 1                     |
| A        | DE 42 43 822 A (HAEBERLE WILHELM) 5 August<br>1993<br>see abstract; figure 1<br>-----  | 1                     |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/AT 97/00262

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)  | Publication<br>date  |
|---|---------------------|---|--|
| DE 3824813 A                              | 25-01-90            | NONE  |  |
| DE 4407619 C                              | 08-06-95            | AT 158378 T<br>AU 1947695 A<br>CA 2183738 A<br>DE 59500688 D<br>WO 9524545 A<br>EP 0749521 A<br>JP 9509998 T<br>NO 963688 A | 15-10-97<br>25-09-95<br>14-09-95<br>23-10-97<br>14-09-95<br>27-12-96<br>07-10-97<br>06-09-96 |
| DE 4243822 A                              | 05-08-93            | NONE  |  |

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 6 F02G5/02 F02B47/10 F01K25/10 F01K23/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F02G F02B F01K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|---|--------------------|
| A         | N. GASPAROVIC: "FLUIDE UND KREISPROZESSE FÜR WÄRMEDIAANLAGEN MIT GROSSEN EINHEITENLEISTUNGEN" BRENNSTOFF-WÄRME-KRAFT, Bd. 21, Nr. 7, 1. - 30. Juli 1969, DÜSSELDORF, Seiten 347-358, XP002054020 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 357, Absatz 8 - Seite 358, Absatz 7; Abbildung 20C<br>--- | 1                  |
| X         | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 321 (M-1279), 14. Juli 1992 & JP 04 091324 A (CENTRAL RES INST OF ELECTRIC POWER IND), 24. März 1992, siehe Zusammenfassung<br>---  | 1                  |
| A         | ---   | 2                  |
|           | -/--  |                    |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Januar 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/02/1998

 Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wassenaar, G

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                     | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|--|--------------------|
| X         | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 017, no. 479 (M-1471), 31.August 1993<br>& JP 05 113105 A (MITSUBISHI HEAVY IND<br>LTD), 7.Mai 1993, | 1                  |
| A         | siehe Zusammenfassung<br>---   | 3,4                |
| X         | DE 38 24 813 A (SCHNEIDER ARNO DIPL ING<br>;WESTER HERMANN JOSEF DIPL ING (DE))<br>25.Januar 1990                                      | 1                  |
| A         | siehe Spalte 5, Zeile 31 - Spalte 7, Zeile<br>52; Abbildung 1<br>---   | 4                  |
| A         | DE 44 07 619 C (ENTEC RECYCLING UND<br>INDUSTRIE) 8.Juni 1995<br>siehe Zusammenfassung; Abbildung 1<br>---                             | 1                  |
| A         | DE 42 43 822 A (HAEBERLE WILHELM) 5.August<br>1993<br>siehe Zusammenfassung; Abbildung 1<br>-----                                      | 1                  |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 97/00262

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie   | Datum der<br>Veröffentlichung  |
|--|-------------------------------|---|--|
| DE 3824813 A                                       | 25-01-90                      | KEINE   |  |
| DE 4407619 C                                       | 08-06-95                      | AT 158378 T<br>AU 1947695 A<br>CA 2183738 A<br>DE 59500688 D<br>WO 9524545 A<br>EP 0749521 A<br>JP 9509998 T<br>NO 963688 A | 15-10-97<br>25-09-95<br>14-09-95<br>23-10-97<br>14-09-95<br>27-12-96<br>07-10-97<br>06-09-96 |
| DE 4243822 A                                       | 05-08-93                      | KEINE   |  |



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**